

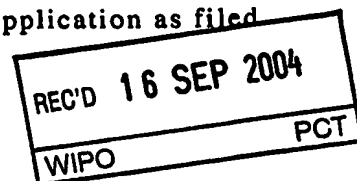
PCT/JP2004/011299

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

30.7.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.



出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 3 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 8 4 5 0 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 8 4 5 0 9]

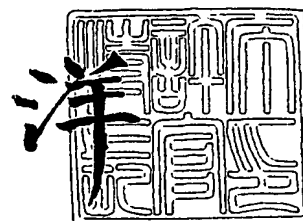
出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 7 8 8 3 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 2040850002
【提出日】 平成15年 7月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 7/26
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 程 俊
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 三好 憲一
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷲田 公一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

各々複数のサブキャリア信号を含む複数のブロックから構成されるマルチキャリア信号に対して適応変調を行う無線送信装置であって、

前記複数のブロック毎に変調方式を選択する選択手段と、

選択されたブロック毎の変調方式で、各ブロックに含まれる前記複数のサブキャリア信号を変調する変調手段と、を具備し、

前記選択手段は、ブロック毎の伝送路特性を示す値の平均と分散とに基づいて変調方式を選択する、

ことを特徴とする無線送信装置。

【請求項 2】

伝送路特性を示す値の平均は SNR の平均であり、伝送路特性を示す値の分散は SNR の分散である、

ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 3】

SNR の分散は、平均 SNR 以下の SNR から求められる、

ことを特徴とする請求項 2 記載の無線送信装置。

【請求項 4】

伝送路特性を示す値の平均は SNR の平均であり、伝送路特性を示す値の分散はチャンネル推定値の分散である、

ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 5】

チャンネル推定値の分散は、平均チャンネル推定値以下のチャンネル推定値から求められる、

ことを特徴とする請求項 4 記載の無線送信装置。

【請求項 6】

伝送路特性を示す値の平均は SNR の平均であり、伝送路特性を示す値の分散はパイロット部分の信号の振幅の分散である、

ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 7】

パイロット部分の信号の振幅の分散は、平均振幅以下の振幅のパイロット部分の信号から求められる、

ことを特徴とする請求項 6 記載の無線送信装置。

【請求項 8】

各々複数のサブキャリア信号を含む複数のブロックから構成されるマルチキャリア信号に対して適応変調を行う無線通信システムにおいて使用される変調方式選択方法であって、

前記複数のブロック毎に変調方式を選択する選択工程と、

選択されたブロック毎の変調方式で、各ブロックに含まれる前記複数のサブキャリア信号を変調する変調工程と、を具備し、

前記選択工程において、ブロック毎の伝送路特性を示す値の平均と分散とに基づいて変調方式を選択する、

ことを特徴とする変調方式選択方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線送信装置および変調方式選択方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線送信装置および変調方式選択方法に関する。

【背景技術】

【0002】

適応変調が行われる通信システムでは、時々刻々変化する伝送路特性に基づいて最適な変調方式が選択される。伝送路特性に基づいて所望の誤り率（例えば、PER: Packet Error Rate=1%）を満たすことができる最も高速な変調方式を選択することで、高速なデータ通信を行うことができる。例えば、適応変調が下り回線に適用された場合は、データ受信側の移動局で測定された伝送路特性がデータ送信側の基地局に通知され、基地局は、この通知された現在の伝送路特性に最適な変調方式を選択して移動局へデータを送信する。

【0003】

このような適応変調が行われる通信システムにおいて、伝送路特性を示す値として最も一般的に使用されているのは、データ受信側で測定された平均SNR (Signal to Noise Ratio) である。また、変調方式の選択の精度を高めるために、平均SNRにさらに遅延スプレッドも考慮して変調方式を選択する方法も提案されている（例えば、非特許文献1: 従来例1）。また、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) システムのようなマルチキャリア通信システムにおいては、平均SNRと隣接サブキャリア間での伝送路特性の変動とに基づいて変調方式を選択する方法も提案されている（例えば、特許文献1: 従来例2）。

【0004】

ここで、適応変調がマルチキャリア通信システムに適用された場合、適応変調はサブキャリア毎に行われる。よって、データ受信側では、伝送路特性を示す値をサブキャリア毎にデータ送信側に報告する必要がある。

【0005】

例えば、基地局がサブキャリア毎の下り回線の伝送路特性に基づいて複数の移動局の各々に互いに異なるサブキャリアを割り当てる周波数スケジューリングが行われるような移動体通信システムにおいては、複数の移動局すべてがサブキャリア毎の伝送路特性を基地局に報告するため、上り回線のトラフィック量が非常に多くなってしまふ。これを解決するために、複数のサブキャリアをいくつかのブロックに分け（サブキャリアのブロック化）、ブロック単位で周波数スケジューリングを行うことが提案されている。このようにすれば、各移動局は伝送路特性をブロック毎に報告すれば済むため、サブキャリア毎に報告する場合に比べ、上り回線のトラフィック量を大幅に削減することができる。このようなサブキャリアのブロック化が行われる通信システムに適応変調が適用される場合は、同じブロックに属するすべてのサブキャリアが同じ変調方式で変調される。

【特許文献1】特開2001-103032号公報

【非特許文献1】松岡、上、三瓶、森永: 「シンボルレート・変調多値数可変適応変調方式の伝送特性解析」, 信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE, RCS94-64 (1994-09), pp. 31-36

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、上記従来例では、サブキャリアのブロック化が行われる通信システムで適応変調が行われる場合、以下の理由により最適な変調方式の選択が正しく行えないという問題がある。

【0007】

例えば、上記従来例1の遅延スプレッドは全帯域の伝送路特性の変動を示すものである

ので、サブキャリアがブロック化された場合、上記従来例1の遅延スプレッドでは、各ブロックの狭帯域の伝搬路特性の変動を示すことはできない。このため、サブキャリアのブロック化が行われる場合に最適な変調方式を正しく選択できない。

【0008】

また、上記従来例2の隣接サブキャリア間での伝送路特性の変動をSNRの変動より推定する場合を考えると、図8に示すようになる。すなわち、1ブロック内の4つのサブキャリア間で、ケースaのようにSNR値が2と3とで変動する場合、隣接サブキャリア間でのSNRの変動を示す正規化SNR誤差は0.3になる。これに対し、ケースb、cの場合、1ブロック内の4つのサブキャリア間でのSNR値の変動はケースaより大きいにもかかわらず、正規化SNR誤差はケースbと同じ0.3になってしまう。このように、サブキャリアのブロック化が行われる場合、隣接サブキャリア間での伝送路特性の変動（正規化SNR誤差）は、SNRの変動が小さいケースaもSNRの変動が大きいケースb、cも同じ値になってしまうことがある。これでは、ブロック内の伝送路特性の変動を正しく推定できず、サブキャリアのブロック化が行われる場合にそれぞれのケースa～cに応じた最適な変調方式を正しく選択できない。

【0009】

以上のように、サブキャリアのブロック化が行われる場合に上記従来例1、2の方法ではいずれも、最適な変調方式を正しく選択できない。よって、サブキャリアのブロック化が行われる通信システムにおいて適応変調を行う場合は、各ブロックの狭帯域の伝搬路特性の変動を示すのに最適な新たなパラメータを導入する必要がある。

【0010】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、サブキャリアのブロック化および適応変調が行われるマルチキャリア通信システムでブロック毎に最適な変調方式を正しく選択できる無線送信装置および変調方式選択方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の無線送信装置は、各々複数のサブキャリア信号を含む複数のブロックから構成されるマルチキャリア信号に対して適応変調を行う無線送信装置であって、前記複数のブロック毎に変調方式を選択する選択手段と、選択されたブロック毎の変調方式で、各ブロックに含まれる前記複数のサブキャリア信号を変調する変調手段と、を具備し、前記選択手段は、ブロック毎の伝送路特性を示す値の平均と分散とに基づいて変調方式を選択する構成を採る。

【0012】

この構成によれば、伝送路特性を示す値の分散により各ブロック内の伝送路特性の変動が正しく示されるため、サブキャリアのブロック化および適応変調が行われるマルチキャリア通信システムでブロック毎に最適な変調方式を正しく選択できる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、サブキャリアのブロック化および適応変調が行われるマルチキャリア通信システムでブロック毎に最適な変調方式を正しく選択でき、その結果、伝送効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の骨子は、サブキャリアのブロック化および適応変調が行われるマルチキャリア通信システムにおいて、各ブロック内の伝送路特性の変動を示す値として「分散」を用いることである。

【0015】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

(実施の形態1)

本実施の形態では、各ブロック内の伝送路特性の変動を示す値としてSNRの分散を用いる場合について説明する。

【0017】

図1は、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置および無線受信装置の構成を示すブロック図である。以下、マルチキャリア通信システムとしてOFDMシステムを例に挙げて説明する。

【0018】

図1に示す無線送信装置100は、変調部101-1~101-L、逆高速フーリエ変換(IFFT)部102、ガードインターバル(GI)挿入部103、送信RF部104、送受信共用アンテナ105、受信RF部106、伝送路特性取得部107、割当部108および割当結果記憶部109とから主に構成される。この無線送信装置100は、例えばOFDMシステムにおける基地局に搭載されるものである。

【0019】

また、図1に示す無線受信装置200は、送受信共用アンテナ201、受信RF部202、ガードインターバル(GI)除去部203、高速フーリエ変換(FFT)部204、伝送路特性推定部205、等化器206、復調部207-1~207-L、パラレル/シリアル変換(P/S)部208、割当情報取得部209および送信RF部210とから主に構成される。この無線受信装置200は、例えばOFDMシステムにおける1~Kユーザのうちのいずれかの移動局に搭載されるものである。

【0020】

変調部101-1~101-Lは、割当結果記憶部109に記憶されたユーザ1~Kに対するブロック割当結果と、割当部108から入力される変調方式情報とに基づいて、割当結果記憶部109を介して入力されるユーザ1~Kの信号に対して、ブロック1~L毎に各々異なる変調方式(64QAM、16QAM、QPSK、BPSK)で変調を行う。また、ブロック毎の変調方式は無線受信装置200で推定されたブロック毎の伝送路特性に応じて割当部108で選択される。ここで、1OFDM信号に含まれるサブキャリアの数はN本であり、それらN本のサブキャリアがS本ずつブロック1~Lにブロック化されている。よって、ブロック数LはN/Sとなる。そして、各ブロックに属するサブキャリア信号1~Sは、ブロック毎にすべて同じ変調方式で変調される。例えば、変調部101-1は、伝送路特性が良いと推定されるときはブロック1に属するすべてのサブキャリア信号に対して64QAMで変調を行い、また、伝送路特性が悪いと推定されるときはブロック1に属するすべてのサブキャリア信号に対してBPSKで変調を行う。なお、伝送路特性が非常に悪いと推定されるときは、無線送信装置100は、ブロック1に属するすべてのサブキャリア信号を送信しないようにしてもよい。このようにして変調された信号はIFFT部102に出力される。

【0021】

IFFT部102は、変調部101-1~101-Lから入力される各変調信号に対して逆高速フーリエ変換を施してOFDM信号(時間波形信号)を作成し、GI挿入部103に出力する。

【0022】

GI挿入部103は、IFFT部102から入力されたOFDM信号に、遅延に対する特性を改善するためのガードインターバルを挿入して送信RF部104に出力する。

【0023】

送信RF部104は、GI挿入部103から入力されたOFDM信号をRF帯にアップコンバートして送受信共用アンテナ105からユーザ1~Kの無線受信装置200へ送信する。

【0024】

受信RF部106は、ユーザ1~Kの無線受信装置200から送信された信号を送受信共用アンテナ105から受信し、RF帯からダウンコンバートして、伝送路特性取得部107に出力する。

【0025】

伝送路特性取得部107は、受信RF部106から入力される受信信号から各ユーザ1～Kの無線受信装置200で推定されたブロック毎の伝送路特性を取得して割当部108に出力する。

【0026】

割当部108は、伝送路特性取得部107から入力されるブロック毎の伝送路特性情報に基づいて、各ユーザ1～Kに対してブロックを割り当てるとともにブロック毎に変調方式を選択し、ブロック割当結果を割当結果記憶部109に記憶し、選択した変調方式を示す変調方式情報を変調部101-1～101-Lに出力する。なお、割当部108は、各ユーザ1～Kに設定されたQoS (Quality of Service: 例えば、各ユーザの要求データ伝送率と誤り率) も考慮して、ブロックの割り当ておよび変調方式の選択を行ってもよい。

【0027】

割当結果記憶部109は、割当部108から入力されるユーザ1～Kに対するブロック割当結果を記憶する。

【0028】

なお、どのブロックがどの変調方式で変調されているかを示すとともに、どのブロックのサブキャリアにどのユーザへの信号が割り当てられているかを示す情報(変調方式割当情報)が、OFDM信号に含めて無線受信装置200へ送信される。

【0029】

次いで、無線受信装置200の構成について説明する。なお、以下の説明では、ユーザ1～Kのうちユーザ1の無線受信装置として説明する。

【0030】

受信RF部202は、送受信共用アンテナ201からOFDM信号を受信してGI除去部203と割当情報取得部209に出力する。

【0031】

GI除去部203は、受信RF部202から入力されたOFDM信号からガードインターバルを除去してFFT部204に出力する。

【0032】

FFT部204は、GI除去部203から入力されたガードインターバル除去後のOFDM信号を高速フーリエ変換(FFT)して時間領域の信号から周波数領域の信号に変換する。このFFTにより複数のサブキャリアにより伝送された信号が取り出されて、等化器206と伝送路特性推定部205に出力される。

【0033】

伝送路特性推定部205は、FFT部204から入力された各信号の伝送路特性を推定して、伝送路特性を示す情報(伝送路特性情報)を等化器206と送信RF部210に出力する。この際、伝送路特性推定部205は、サブキャリア毎に推定した伝送路特性を示す情報を等化器206に出力し、ブロック毎に推定した伝送路特性の平均と分散とを示す情報を送信RF部210に出力する。

【0034】

等化器206は、伝送路特性推定部205から入力された伝送路特性情報に基づいて、FFT部204から入力された各信号に含まれる振幅・位相のひずみ成分を補正して復調部207-1～207-Lに出力する。

【0035】

復調部207-1～207-Lは、変調部101-1～101-Lに対応した復調機能をもつ。各々有し、割当情報取得部209から入力された変調方式割当情報に基づいて、各ブロックに対する復調方式を決定し、等化器206から入力される信号をブロック毎に復調して、復調後のデータを並列にP/S部208に出力する。このとき、復調部207-1～207-Lは、変調方式割当情報に基づいて、ユーザ1宛てのサブキャリアの信号が含まれているブロックに対してだけ復調を行う。

【0036】

P/S部208は、復調部207-1~207-Lから入力された並列データを直列データに変換した後、ユーザ1の所望の受信データとして出力する。

【0037】

割当情報取得部209は、受信RF部202から入力されたOFDM信号から変調方式割当情報を取得して復調部207-1~207-Lに出力する。

【0038】

送信RF部210は、伝送路特性推定部205から入力された伝送路特性情報を送受信共用アンテナ201から無線送信装置100へ送信する。

【0039】

次いで、上記構成を有する無線受信装置200内の伝送路特性推定部205について説明する。図2は、伝送路特性推定部205の構成を示すブロック図である。

【0040】

ブロック抽出部2051は、FFT部204から入力された複数のサブキャリアの信号を1~Lのブロック毎に抽出して、パイロット抽出部2052に出力する。

【0041】

パイロット抽出部2052は、1~Lの各ブロック毎に、各サブキャリアに割り当てられているデータおよびパイロットのうちパイロット部分のみをサブキャリア毎に抽出してSNR推定部2053に出力する。

【0042】

SNR推定部2053は、1~Lの各ブロック毎に、パイロット部分各々のSNR（瞬時SNR）を推定して、SNR平均計算部2054とSNR分散計算部2055に出力する。SNR推定部2053は、以下のようにして瞬時SNRを推定する。

【0043】

すなわち、まず、式(1)に従ってチャネル推定値： h を求める。式(1)において、 $h_l(s, i)$ は、1番目のブロック内の s 番目のサブキャリアの時間軸上における i 番目のパイロット部分に対応するチャネル推定値を示し、 $y_l(s, i)$ および $d_l(s, i)$ は、1番目のブロック内の s 番目のサブキャリアの時間軸上における i 番目のパイロット部分の受信信号および対応する既知のパイロットシンボルを示す。なお、 $*$ は複素共役を示す。

【数1】

$$h_l(s, i) = \frac{y_l(s, i)}{d_l(s, i)} = \frac{y_l(s, i) \cdot d_l^*(s, i)}{|d_l(s, i)|^2} \quad \cdots (1)$$

ただし、 $l=1, 2, \dots, N/S$ $s=1, 2, \dots, S$,

N : 受信したOFDM信号の全サブキャリア数

S : 1ブロックに含まれるサブキャリア数

【0044】

次いで、式(2)に従って瞬時SNR： g を求める。式(2)において、 $g_l(s, i)$ は、1番目のブロック内の s 番目のサブキャリアの時間軸上における i 番目のパイロット部分に対応する瞬時SNRを示し、 P_0 は各サブキャリアの送信信号電力を示し、 N_0 は雑音電力を示す。

【数2】

$$g_l(s, i) = \frac{P_0}{N_0} h_l(s, i) \quad \cdots (2)$$

【0045】

SNR平均計算部2054は、1~Lの各ブロック毎に、式(3)に従って複数の瞬時SNRを平均化して平均SNR（SNR_{ml}）を求め、SNR分散計算部2055へ出力

する。また、SNR平均計算部2054は、平均SNR (SNR_{m1}) を伝送路特性情報として送信RF部210へ出力する。なお、SNR_{m1}は、1番目のブロックの平均SNRを表し、Iは、各サブキャリアの時間軸上におけるパイロットシンボルの数を示す。

【数3】

$$SNR_{m1} = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I g_i(s, i) \quad \cdots (3)$$

【0046】

SNR分散計算部2055は、1～Lの各ブロック毎に、式(4)に従ってSNRの分散: SNR_{v1}を求め、送信RF部210へ伝送路特性情報として出力する。なお、SNR_{v1}は、1番目のブロックのSNR分散を表す。

【数4】

$$SNR_{v1} = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I (g_i(s, i) - SNR_m)^2 \quad \cdots (4)$$

【0047】

ここで、上記図8と同様のケースa～cにおいて、式(4)に従ってSNR分散を求めると図3に示すようになる。例えば、ケースaの場合、S=4 (1ブロックに含まれるサブキャリアの数)、I=1 (各サブキャリアにそれぞれ1つのパイロットシンボルが割り当てられているとする)、g=2、3、2、3 (各サブキャリアの瞬時SNR)であるので、SNR_m (平均SNR) = 2.5、SNR_v (SNR分散) = 0.25と算出される。同様に、ケースbおよびケースcの場合は、SNR_m (平均SNR) = 2.5、SNR_v (SNR分散) = 1.25と算出される。つまり、SNRの変動が小さいケースaではSNR分散が小さくなり、逆に、SNRの変動が大きいケースb、cではSNR分散が大きくなる。この結果から、ブロック内の伝送路特性の変動を推定するパラメータとしてSNR分散を用いることにより、ブロック内の伝送路特性の変動を正しく推定できることが分かる。よって、無線送信装置100では、サブキャリアのブロック化が行われる場合に、それぞれのケースa～cに応じた最適な変調方式を正しく選択できる。

【0048】

次いで、上記構成を有する無線送信装置100内の割当部108が行う変調方式の選択について説明する。ここでは、64QAM、16QAM、QPSK、BPSKの中からいずれか1つの変調方式を、以下の選択方法1または2により選択する。

【0049】

<選択方法1>

割当部108は、伝送路特性取得部107から入力された伝送路特性情報、すなわちSNR_m (平均SNR) およびSNR_v (SNR分散) に基づいて、最も伝送効率がよい変調方式を選択する。ある所定のPER (例えばPER=10⁻¹) における、SNR_m (平均SNR) およびSNR_v (SNR分散) と変調方式との対応関係を図4に示す。図4では、SNR分散の逆関数と平均SNRとで2次元座標区間を予め5つの領域に区切ってあり、それぞれの領域に異なる変調方式 (「送信しない」を含む) が割り当ててある。そして、推定した伝送路特性を座標 (SNR_m, 1/SNR_v) で示し、その座標が位置する領域に対応する変調方式および符号化率を選択する。

【0050】

<選択方法2>

重み付け (dB値の重み付け) SNRとして、以下の4種類を定義する。

$$(1) SNR_{w1} = SNR_m - \text{sqrt}(SNR_v) * w$$

$$(2) SNR_{w2} = SNR_m - \text{sqrt}(SNR_v) * w (|SNR_{m_{\max}} - SNR_m| / |SNR_{m_{\max}}|)$$

$$(3) SNR_{w3} = SNR_m - \text{sqrt}(SNR_v) * w (f_d / f_{d_{\max}})$$

$$(4) SNR_{w4} = SNR_m - \text{sqrt}(SNR_v) * w (s / s_{\max})$$

【0051】

ここで、 SNR_{max} 、 $f_{d_{max}}$ および S_{max} は、最大の平均SNR、最大可能なドップラー周波数、最大可能な遅延スプレッドをそれぞれ示す。 $\sqrt{SNR_v}$ は、 SNR_v の平方根を表す。また、重み係数 w は、 SNR_{w1} では定数、 SNR_{w2} では平均SNRを正規化したものの関数、 SNR_{w3} ではドップラー周波数 f_d を正規化したものの関数、 SNR_{w4} では遅延スプレッド s を正規化したものの関数であり、例えば、式(5)に示す値をとる。

【数5】

$$w(x) = \begin{cases} x^2, & 0 \leq x \leq 1 \\ 1, & x > 1 \end{cases} \quad \dots (5)$$

【0052】

そして、PER-SNRの静特性(図5)より、変調方式・符号化率を以下のようにして選択する。まず、図5の静特性を用いて、要求PER(図5では 10^{-1})に対応させて各変調方式のしきい値($T_1 \sim T_4$)が決定される。そして、特定のドップラー周波数 f_d に対して SNR_{w3} が求められ、 $SNR_{w3} \geq T_4$ の場合は64QAM(符号化率 $R=1/2$)、 $T_3 \leq SNR_{w3} < T_4$ の場合は16QAM($R=1/2$)、 $T_2 \leq SNR_{w3} < T_3$ の場合はQPSK($R=1/2$)、 $T_1 \leq SNR_{w3} < T_2$ の場合はBPSK($R=1/2$)が選択される。

【0053】

また、特定の遅延スプレッド s に対して SNR_{w4} が求められ、 $SNR_{w4} \geq T_4$ の場合は64QAM($R=1/2$)、 $T_3 \leq SNR_{w4} < T_4$ の場合は16QAM($R=1/2$)、 $T_2 \leq SNR_{w4} < T_3$ の場合はQPSK($R=1/2$)、 $T_1 \leq SNR_{w4} < T_2$ の場合はBPSK($R=1/2$)が選択される。なお、 SNR_{w1} 、 SNR_{w2} についても、 SNR_{w3} 、 SNR_{w4} と同様にして図5のPER-SNR特性より変調方式・符号化率を選択する。

【0054】

このように本実施の形態によれば、サブキャリアのブロック化が行われる通信システムにおいて、各ブロック内の伝送路特性の変動を示すパラメータとしてSNR分散を用いるため、ブロック内の伝送路特性の変動を正しく推定でき、その結果、適応変調において最適な変調方式を正しく選択することができる。

【0055】

なお、本実施の形態ではブロック内の伝送路特性の変動を示すパラメータとしてSNR分散を用いたが、SNR分散を表す式(4)を変形することにより以下のパラメータを得ることができる。これらはいずれも、各ブロック内における伝送路特性の変動を示すパラメータとしてSNR分散と同様に用いることができる。

【数 6】

- ・ 瞬時 SNR の平均変化量

$$u_i = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L |g_i(s, l) - SNRm_i|$$

- ・ 瞬時 SNR の最大変化量

$$v_i = \max_{\substack{1 \leq l \leq L \\ 1 \leq s \leq S}} |g_i(s, l) - SNRm_i|$$

- ・ 瞬時 SNR の最大変化量の二乗

$$x_i = \max_{\substack{1 \leq l \leq L \\ 1 \leq s \leq S}} |g_i(s, l) - SNRm_i|^2$$

- ・ 瞬時 SNR の最大最小の差

$$z_i = \frac{1}{2} \left| \max_{\substack{1 \leq l \leq L \\ 1 \leq s \leq S}} g_i(s, l) - \min_{\substack{1 \leq l \leq L \\ 1 \leq s \leq S}} g_i(s, l) \right|$$

- ・ 瞬時 SNR の最大の二乗と最小の二乗の差

$$d_i = \max_{\substack{1 \leq l \leq L \\ 1 \leq s \leq S}} |g_i(s, l)|^2 - \min_{\substack{1 \leq l \leq L \\ 1 \leq s \leq S}} |g_i(s, l)|^2$$

【0056】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、各ブロック内の伝送路特性の変動を示す値としてチャネル推定値の分散を用いる場合について説明する。

【0057】

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る伝送路特性推定部 205 の構成を示すブロック図である。なお、実施の形態 1 (図 2) と同一の構成には同一の符号をつけ、説明を省略する。

【0058】

チャネル推定値計算部 2056 は、上式 (1) に従ってチャネル推定値を求め、チャネル分散計算部 2057 に出力する。

【0059】

チャネル分散計算部 2057 は、1 ~ L の各ブロック毎に、式 (6) に従ってチャネル推定値の分散: Hv_i を求め、送信 RF 部 210 へ伝送路特性情報として出力する。なお、 Hv_i は、1 番目のブロックのチャネル推定値の分散を表す。なお、式 (6) は、上式 (2) において、ブロック内で各サブキャリアの P_0 および N_0 が定数であると仮定して得られた式である。

【数 7】

$$Hv_i = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L (h_i(s, l) - Hm_i) \cdots (6)$$

$$\text{ここで、} Hm_i = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{l=1}^L h_i(s, l)$$

【0060】

このようなチャネル推定値の分散をブロック内の伝送路特性の変動を推定するパラメータとして用いても、実施の形態 1 同様、ブロック内の伝送路特性の変動を正しく推定できる。よって、本実施の形態によれば、サブキャリアのブロック化が行われる通信システムにおいて適応変調が行われる場合に、最適な変調方式を正しく選択することができる。

【0061】

なお、ブロック内の伝送路特性の変動を推定するパラメータとしてチャネル推定値の分散を用いても、無線送信装置 100 では、実施の形態 1 と同様の選択方法で変調方式を選択することができる。ただし、選択方法 2 においては、重み付け SNR として、以下の 4

種類を定義する。

- (1) $SNR_{w1} = SNR_m - H_v * w$
- (2) $SNR_{w2} = SNR_m - H_v$
 $* w (|H_{v_{max}} - H_v| / |H_{v_{max}}|)$
- (3) $SNR_{w3} = SNR_m - H_v * w (f_d / f_{d_{max}})$
- (4) $SNR_{w4} = SNR_m - H_v * w (s / s_{max})$

【0062】

また、本実施の形態ではブロック内の伝送路特性の変動を示すパラメータとしてチャネル推定値の分散を用いたが、チャネル推定値の分散を表す式(6)を変形することにより以下のパラメータを得ることができる。これらはいずれも、各ブロック内における伝送路特性の変動を示すパラメータとしてチャネル推定値の分散と同様に用いることができる。

【数8】

・チャネル推定値の平均変化量

$$u_i = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I |h_i(s,i) - Hm_i|$$

・チャネル推定値の最大変化量

$$v_i = \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |h_i(s,i) - Hm_i|$$

・チャネル推定値の最大変化量の二乗

$$x_i = \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |h_i(s,i) - Hm_i|^2$$

・チャネルの推定値の最大最小の差

$$z_i = \frac{1}{2} \left| \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} h_i(s,i) - \min_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} h_i(s,i) \right|$$

・チャネル推定値の最大の二乗と最小の二乗の差

$$d_i = \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |h_i(s,i)|^2 - \min_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |h_i(s,i)|^2$$

【0063】

(実施の形態3)

本実施の形態では、各ブロック内の伝送路特性の変動を示す値としてパイロット部分の信号の振幅値の分散(パイロット分散)を用いる場合について説明する。

【0064】

図7は、本発明の実施の形態3に係る伝送路特性推定部205の構成を示すブロック図である。なお、実施の形態1(図2)と同一の構成には同一の符号をつけ、説明を省略する。

【0065】

パイロット分散計算部2058は、1~Lの各ブロック毎に、式(7)に従ってパイロット分散: Y_{v1} を求め、送信RF部210へ伝送路特性情報として出力する。なお、 Y_{v1} は、1番目のブロックのパイロット分散を表す。なお、式(7)は、上式(1)において分母が定数であることから得られた式である。

【数9】

$$Y_{v1} = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I (y_i(s,i) - Ym_i)^2 \quad \cdots (7)$$

$$\text{ここで、} Ym_i = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I y_i(s,i)$$

【0066】

このようなパイロット分散をブロック内の伝送路特性の変動を推定するパラメータとして用いても、実施の形態1同様、ブロック内の伝送路特性の変動を正しく推定できる。よって、本実施の形態によれば、サブキャリアのブロック化が行われる通信システムにおい

て適応変調が行われる場合に、最適な変調方式を正しく選択することができる。

【0067】

なお、ブロック内の伝送路特性の変動を推定するパラメータとしてパイロット分散を用いても、無線送信装置100では、実施の形態1と同様の選択方法で変調方式を選択することができる。ただし、選択方法2においては、重み付けSNRとして、実施の形態2と同じ4種類の重み付けSNRを定義する。

【0068】

また、本実施の形態ではブロック内の伝送路特性の変動を示すパラメータとしてパイロット分散を用いたが、パイロット分散を表す式(7)を変形することにより以下のパラメータを得ることができる。これらはいずれも、各ブロック内における伝送路特性の変動を示すパラメータとしてパイロット分散と同様に用いることができる。

【数10】

- ・パイロット部分の受信信号の平均変化量

$$u_i = \frac{1}{SI} \sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I |y_i(s,i) - Ym_i|$$

- ・パイロット部分の受信信号の最大変化量

$$v_i = \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |y_i(s,i) - Ym_i|$$

- ・パイロット部分の受信信号の最大変化量の二乗

$$x_i = \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |y_i(s,i) - Ym_i|^2$$

- ・パイロット部分の受信信号の最大最小の差

$$z_i = \frac{1}{2} \left| \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} y_i(s,i) - \min_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} y_i(s,i) \right|$$

- ・パイロット部分の受信信号の最大の二乗と最小の二乗の差

$$d_i = \max_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |y_i(s,i)|^2 - \min_{\substack{1 \leq s \leq S \\ 1 \leq i \leq I}} |y_i(s,i)|^2$$

【0069】

(実施の形態4)

サブキャリアのブロック化が行われる通信システムに適応変調が適用される場合において、各ブロックの通信品質の低下を招くのは、各ブロックのサブキャリアのうち主に平均SNR以下の瞬時SNRとなるサブキャリアである。そこで、本実施の形態では、上記実施の形態1～3において、平均SNR以下の瞬時SNRだけを用いて分散を求めるようにする。

【0070】

具体的には、上記実施の形態1において上式(4)に従ってSI個の瞬時SNRからSNR分散を求めていた代わりに、式(8)に従って、平均SNR以下のGS個の瞬時SNRだけからSNR分散: SNR v_i' を求める。なお、GSは、SI個の瞬時SNRの中で平均以下となる瞬時SNRの数を示す。

【数11】

$$SNRv_i' = \frac{1}{G_s} \sum_{s=1}^S \sum_{\substack{i=1 \\ g_i(s,i) < SNRm_i}}^I (g_i(s,i) - SNRm_i)^2 \quad \cdots (8)$$

【0071】

同様に、上記実施の形態2において上式(6)に従ってチャネル推定値の分散を求めていた代わりに、式(9)に従って、Hm1以下のGH個のチャネル推定値だけからチャネル推定値の分散: H v_i' を求める。なお、GHは、SI個のチャネル推定値の中で平均チャネル推定値以下となるチャネル推定値の数を示す。

【数 1 2】

$$Hv_i' = \frac{1}{G_H} \sum_{s=1}^S \sum_{\substack{l=1 \\ h_l(s,l) < Hm_i}}^L (h_l(s,l) - Hm_i)^2 \quad \dots (9)$$

【0072】

また、同様に、上記実施の形態 3 において上式 (7) に従ってパイロット分散を求めていた代わりに、式 (10) に従って、 Ym_i 以下の振幅の G_Y 個のパイロット部分の受信信号だけからパイロット分散: Yv_i' を求める。なお、 G_Y は、 $S \cdot I$ 個のパイロット部分の受信信号の中で平均振幅以下となるパイロット部分の受信信号の数を示す。

【数 1 3】

$$Yv_i' = \frac{1}{G_Y} \sum_{s=1}^S \sum_{\substack{l=1 \\ y_l(s,l) < Ym_i}}^L (y_l(s,l) - Ym_i)^2 \quad \dots (10)$$

【0073】

このように、本実施の形態によれば、各ブロックのサブキャリアのうちブロックの通信品質の低下を招くサブキャリアだけを用いて伝送路特性の分散を求めるため、サブキャリアのブロック化が行われる通信システムにおいて適応変調が行われる場合に、さらに精度よく最適な変調方式を選択することができる。

【0074】

なお、本実施の形態では、上記実施の形態 1 ~ 3 においてブロック内の伝送路特性の変動を示すパラメータとして分散と同様に用いることができるとして挙げたパラメータに追加して以下のパラメータも挙げることができる。

【数 14】

- ・ 平均値以下の瞬時 S N R の平均変化量

$$u'_i = \frac{1}{G_s} \sum_{s=1}^S \sum_{\substack{i=1 \\ g_i(s,i) < SNRm_i}}^I |g_i(s,i) - SNRm_i|$$

- ・ 平均値以下の瞬時 S N R の最大変化量

$$v'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ g_i(s,i) < SNRm_i}} |g_i(s,i) - SNRm_i|$$

- ・ 平均値以下の瞬時 S N R の最大変化量の二乗

$$x'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ g_i(s,i) < SNRm_i}} |g_i(s,i) - SNRm_i|^2$$

- ・ 平均値以下の瞬時 S N R の最大最小の差

$$z'_i = \frac{1}{2} \left| \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ g_i(s,i) < SNRm_i}} g_i(s,i) - \min_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ g_i(s,i) < SNRm_i}} g_i(s,i) \right|$$

- ・ 平均値以下の瞬時 S N R の最大の二乗と最小の二乗の差

$$d'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ g_i(s,i) < SNRm_i}} |g_i(s,i)|^2 - \min_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ g_i(s,i) < SNRm_i}} |g_i(s,i)|^2$$

- ・ 平均値以下のチャネル推定値の平均変化量

$$u'_i = \frac{1}{G_s} \sum_{s=1}^S \sum_{\substack{i=1 \\ h_i(s,i) < Hm_i}}^I |h_i(s,i) - Hm_i|$$

- ・ 平均値以下のチャネル推定値の最大変化量

$$v'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ h_i(s,i) < Hm_i}} |h_i(s,i) - Hm_i|$$

- ・ 平均値以下のチャネル推定値の最大変化量の二乗

$$x'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ h_i(s,i) < Hm_i}} |h_i(s,i) - Hm_i|^2$$

- ・ 平均値以下のチャネルの推定値の最大最小の差

$$z'_i = \frac{1}{2} \left| \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ h_i(s,i) < Hm_i}} h_i(s,i) - \min_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ h_i(s,i) < Hm_i}} h_i(s,i) \right|$$

- ・ 平均値以下のチャネル推定値の最大の二乗と最小の二乗の差

$$d'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ h_i(s,i) < Hm_i}} |h_i(s,i)|^2 - \min_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ h_i(s,i) < Hm_i}} |h_i(s,i)|^2$$

- ・ 平均振幅以下のパイロット部分の受信信号の平均変化量

$$u'_i = \frac{1}{G_s} \sum_{s=1}^S \sum_{\substack{i=1 \\ y_i(s,i) < Ym_i}}^I |y_i(s,i) - Ym_i|$$

- ・ 平均振幅以下のパイロット部分の受信信号の最大変化量

$$v'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ y_i(s,i) < Ym_i}} |y_i(s,i) - Ym_i|$$

- ・ 平均振幅以下のパイロット部分の受信信号の最大変化量の二乗

$$x'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ y_i(s,i) < Ym_i}} |y_i(s,i) - Ym_i|^2$$

- ・ 平均振幅以下のパイロット部分の受信信号の最大最小の差

$$z'_i = \frac{1}{2} \left| \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ y_i(s,i) < Ym_i}} y_i(s,i) - \min_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ y_i(s,i) < Ym_i}} y_i(s,i) \right|$$

- ・ 平均振幅以下のパイロット部分の受信信号の最大の二乗と最小の二乗の差

$$d'_i = \max_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ y_i(s,i) < Ym_i}} |y_i(s,i)|^2 - \min_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq s \leq S \\ y_i(s,i) < Ym_i}} |y_i(s,i)|^2$$

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明は、移動体通信システムにおいて使用される移動局装置や基地局装置等に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る無線送信装置と無線受信装置の構成を示すブロック図

【図2】 本発明の実施の形態1に係る無線受信装置内の伝送路特性推定部の構成を示すブロック図

【図3】 本発明の実施の形態1に係る無線受信装置内の伝送路特性推定部で求められるSNR分散を説明するための図

【図4】 本発明の実施の形態1に係る無線送信装置内の割当部で行われる変調方式の選択を説明するための図（選択方法1）

【図5】本発明の実施の形態1に係る無線送信装置内の割当部で行われる変調方式の選択を説明するための図（選択方法2）

【図6】本発明の実施の形態2に係る無線受信装置内の伝送路特性推定部の構成を示すブロック図

【図7】本発明の実施の形態3に係る無線受信装置内の伝送路特性推定部の構成を示すブロック図

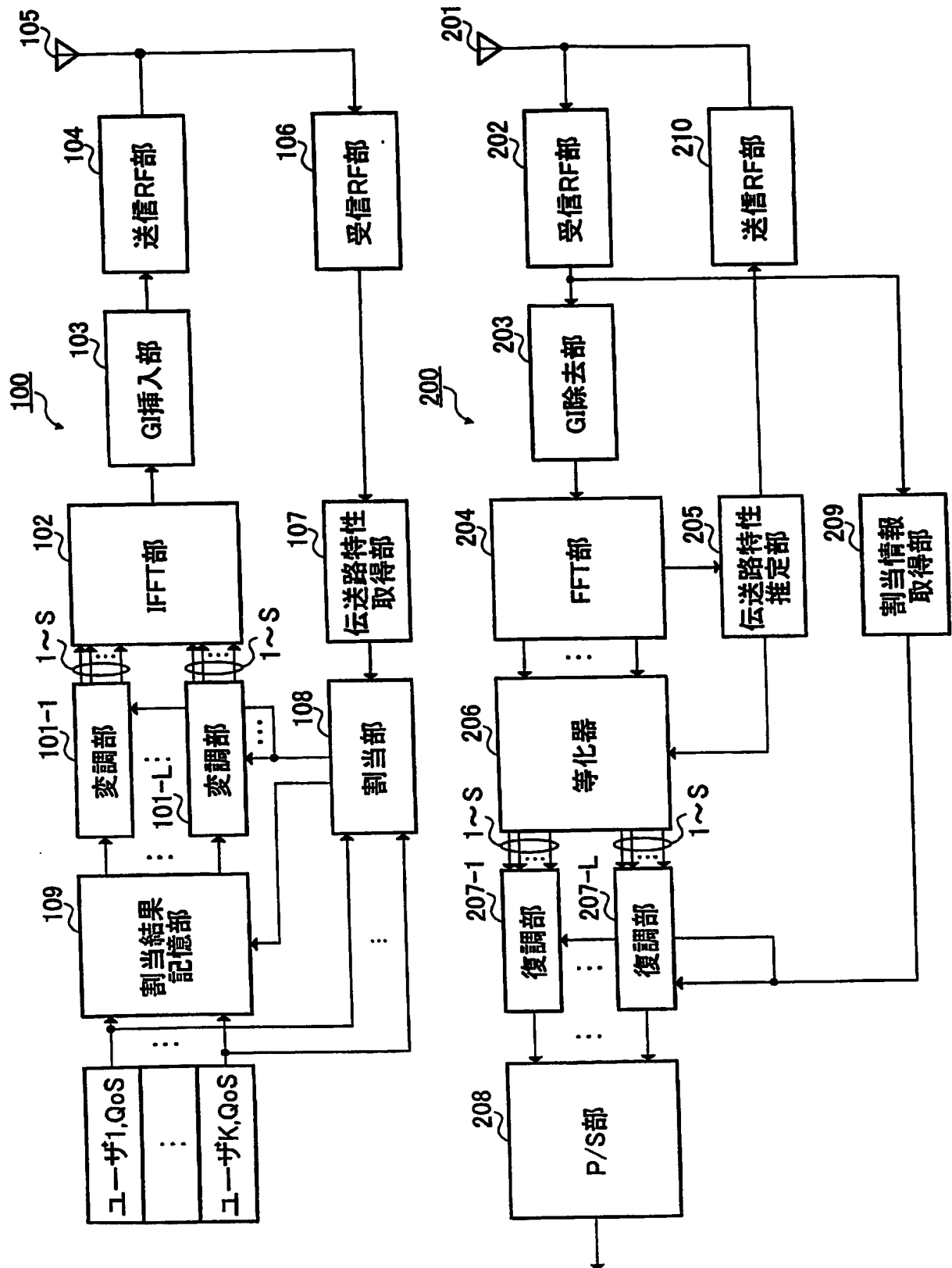
【図8】従来の伝送路特性の変動を示すパラメータ（正規化SNR誤差）を説明するための図

【符号の説明】

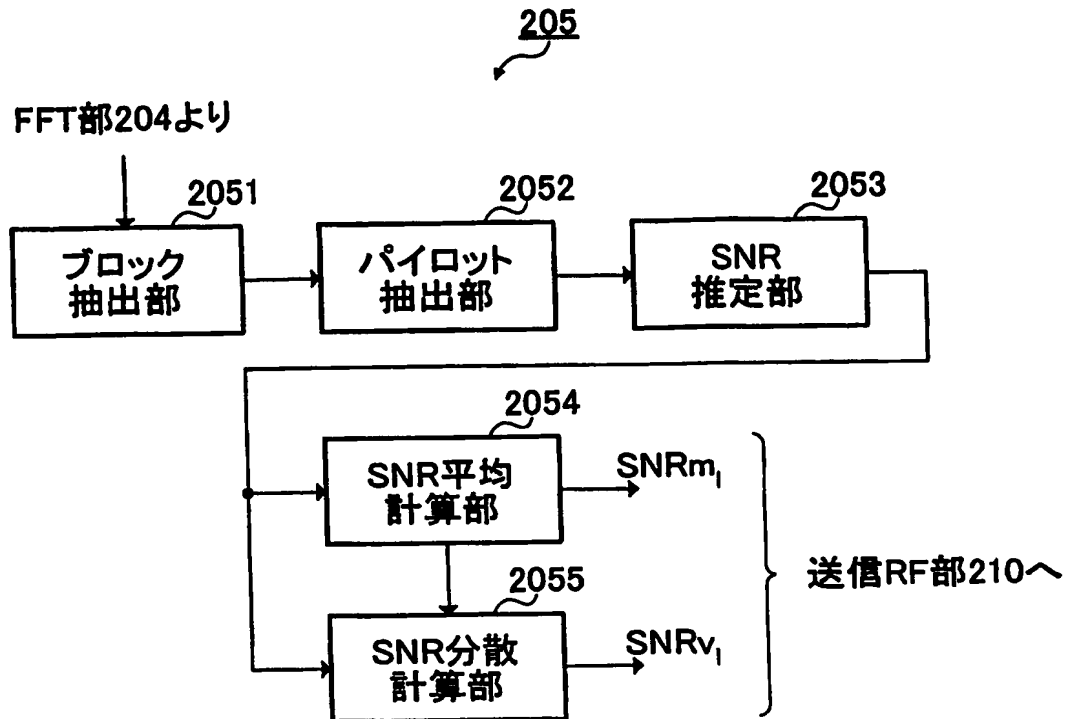
【0077】

- 100 無線送信装置
- 101-1～101-L 変調部
- 102 IFFT部
- 103 GI挿入部
- 104、210 送信RF部
- 105、201 送受信共用アンテナ
- 106、202 受信RF部
- 107 伝送路特性取得部
- 108 割当部
- 109 割当結果記憶部
- 200 無線受信装置
- 203 GI除去部
- 204 FFT部
- 205 伝送路特性推定部
- 206 等化器
- 207-1～207-L 復調部
- 208 P/S部
- 2051 ブロック抽出部
- 2052 パイロット抽出部
- 2053 SNR推定部
- 2054 SNR平均計算部
- 2055 SNR分散計算部
- 2056 チャネル推定値計算部
- 2057 チャネル分散計算部
- 2058 パイロット分散計算部

【書類名】 図面
【図 1】



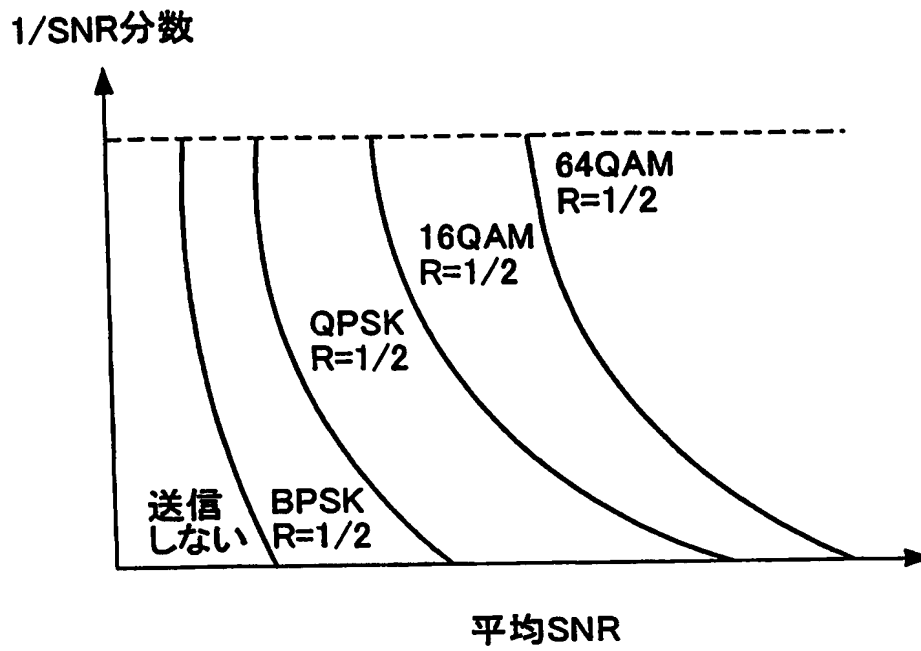
【図 2】



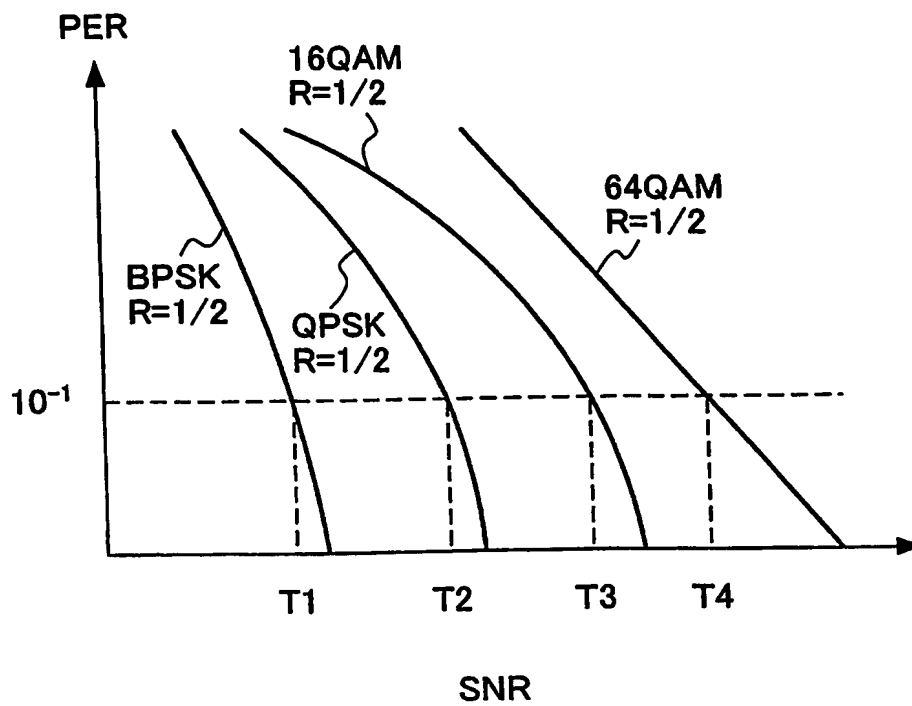
【図 3】

サブキャリア番号	SNR		
	ケースa	ケースb	ケースc
1	2	1	4
2	3	2	3
3	2	3	2
4	3	4	1
SNR分数	0.25	1.25	1.25

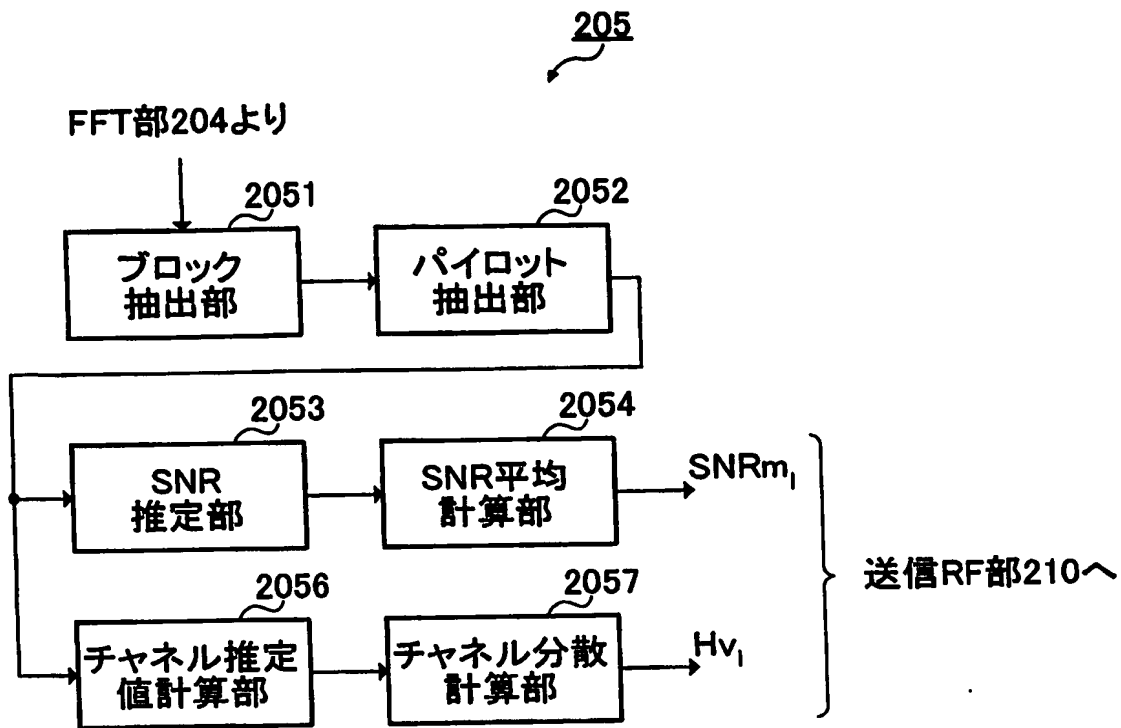
【図 4】



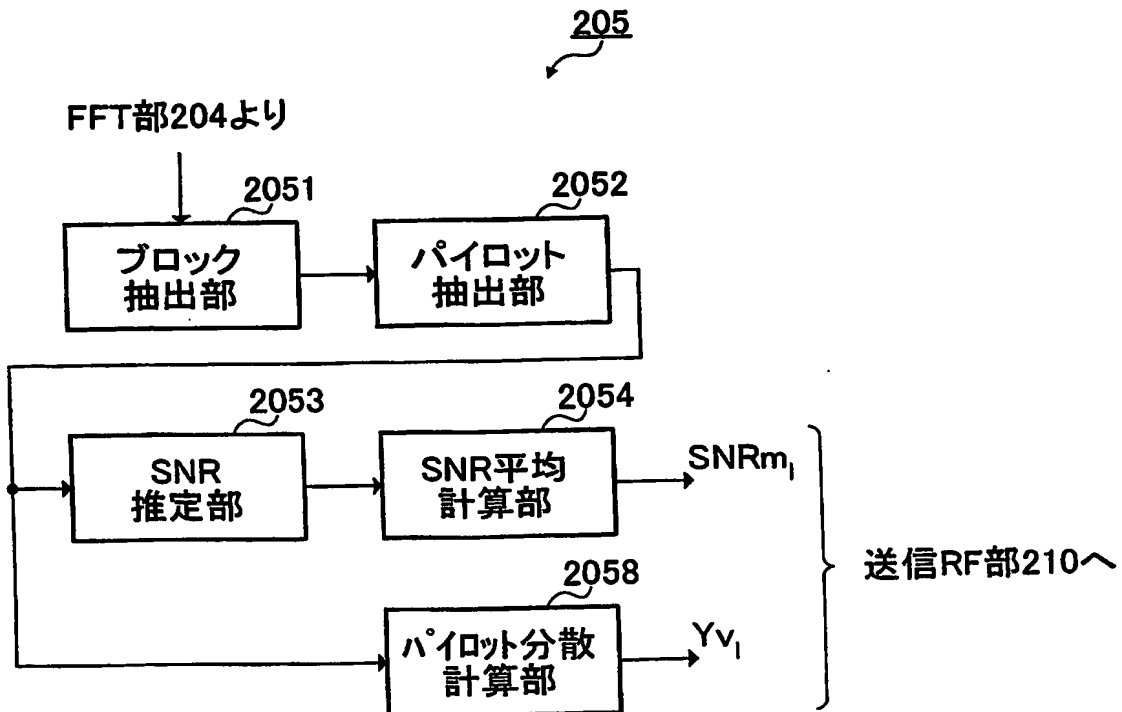
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

サブキャリア番号	SNR		
	ケースa	ケースb	ケースc
1	2	1	4
2	3	2	3
3	2	3	2
4	3	4	1
正規化SNR誤差	0.3	0.3	0.3

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 サブキャリアのブロック化および適応変調が行われるマルチキャリア通信システムでブロック毎に最適な変調方式を正しく選択すること。

【解決手段】 伝送路特性取得部 107 が、受信 RF 部 106 から入力される受信信号から無線受信装置 200 で推定されたブロック毎の SNR の平均と SNR の分散を取得して割当部 108 に出力し、割当部 108 が、伝送路特性取得部 107 から入力されるブロック毎の SNR の平均と SNR の分散に基づいて、ブロック毎に変調方式を選択し、変調部 101-1 ~ 101-L は、割当部 108 で選択されたブロック毎に異なる変調方式で各ブロックに含まれるマルチキャリア信号に対して変調を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 8 4 5 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社